

**STUDI EKSPERIMENTAL SKALA PENUH TENTANG DAYA
DUKUNG PELAT BETON BERSIRIP DENGAN SIRIP DALAM
DIAGONAL SIRIP LUAR SEBAGAI MODEL JALAN BETON DI
TANAH LUNAK**

JURNAL

Program Studi Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

OLEH :

SUTRISNO WICAKSONO SIM

NIM. D11106024



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK

2013

STUDI EKSPERIMENTAL SKALA PENUH TENTANG DAYA DUKUNG PELAT BETON BERSIRIP DENGAN SIRIP DALAM DIAGONAL SIRIP LUAR SEBAGAI MODEL JALAN BETON DI TANAH LUNAK

Sutrisno Wicaksono Sim¹⁾ M. Yusuf, ST. MT²⁾ Hj. Vivi Bachtiar, ST. MT²⁾

ABSTRAK

Penggunaan pelat beton di atas tanah semakin banyak dijumpai, tidak hanya sekedar pondasi pelat melainkan sebagai perkerasan beton. Tanah lunak secara teknik tidak menguntungkan karena mempunyai daya dukung yang sangat rendah. Karena sifat mekanis tanahnya yang rendah maka pembangunan jalan aspal (struktur perkerasan lentur) yang dilakukan selalu bergelombang dalam waktu tidak beberapa lama setelah jalan tersebut dibangun. Karena itu, harus diupayakan agar didapat model struktur perkerasan jalan yang cocok di atas tanah lunak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan daya dukung konstruksi perkerasan jalan beton yang diperkuat dengan sirip diagonal melalui metode uji pembebanan langsung. Bentuk struktur perkerasan kaku yaitu pelat persegi dengan sirip dalam dua diagonal dan sirip luar di sepanjang sisi luar pelat.

Sirip-sirip perkerasan tersebut dimaksudkan untuk memberikan kekangan lateral (horizontal) akibat beban permukaan (kendaraan) dan mencegah rembesan air ke fondasi jalan akibat fluktuasi muka air tanah. Hasil menunjukkan peningkatan daya dukung untuk pelat tanpa sirip dan dengan pelat bersirip diagonal adalah 41 % dan ini merupakan peningkatan yang signifikan.

Kata-kata kunci: perkerasan kaku, pelat beton, tanah lunak, uji pembebanan, daya dukung, sirip diagonal

ABSTRACT

The usage of concrete slabs on the ground is now more and more commonly found, not only used as foundation slabs but also as a hardening instrument in concrete construction. Soft soil technically is not suitable for construction because it has a very weak supporting force for construction. Due to soft soil weak characteristic, it's often found that in some construction of asphalt road (referred as flexible hardening) it will cause the road to wavy not long after the road has been completed. Therefore we have to work on effort to get suitable model for road hardening structure which can be used on soft soils.

The goal of this research is to get a good or suitable method for road hardening structure which is reinforced with diagonal fins tested by a burden and loading test. The form of this stiff hardening slab can be described as a square concrete slab reinforced by a cross strips of slab inside surrounded with four square walls.

These form of diagonal strips surrounded by four concrete walls are meant to curb the lateral force applied (by vehicles) to the slabs, so that it can prevent water from oozing into the foundation of the road caused by fluctuation of land water surface. Test result shows that with the reinforced concrete slabs compared with normal concrete slab without fins, there is a significant increment of 41 % in supporting force for reinforced slabs.

Keyword : stiff hardening , concrete slabs, soft soil, burden and loading test, sustainable, diagonal fins

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan beton sebagai bahan bangunan menggantikan bahan kayu sudah cukup besar. Salah satu produk beton yang sering kita jumpai di lapangan ialah pelat Struktur perkerasan jalan merupakan infrastruktur yang sangat penting untuk kelancaran transportasi. Di daerah dengan kondisi tanah permukaan berupa tanah lunak dan gambut, yang mempunyai daya dukung sangat rendah, telah menyebabkan banyaknya konstruksi jalan menjadi bergelombang dan cepat rusak tidak lama setelah jalan tersebut dibangun. Kegagalan struktur perkerasan jalan yang sering terjadi menunjukkan bahwa cara perencanaan struktur perkerasan jalan di daerah dengan daya dukung tanah rendah, masih memerlukan inovasi baru yang tepat. Karena itu, perlu dikembangkan model struktur perkerasan jalan yang sesuai untuk diterapkan di tanah lunak. Struktur perkerasan jalan yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah struktur perkerasan jalan beton bersirip.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan daya dukung struktur perkerasan jalan beton yang diperkaku dan diperkuat dengan sirip yang sirip dalamnya dua diagonal dan sirip luar di sepanjang sisi luar pelat berdasarkan hasil uji pembebanan langsung di lapangan. Dengan demikian, untuk seterusnya pembangunan jalan di atas tanah lunak tidak lagi menggunakan konstruksi konvensional yaitu perkerasan aspal ataupun perkerasan pelat beton biasa, melainkan menggunakan pelat beton bersirip.

1.3. Perumusan Masalah

Perencanaan pelat beton di atas tanah banyak mengacu kepada standar / peraturan luar negeri. Konstruksi pelat beton yang dipergunakan pada bidang transportasi/jalan di atas tanah lunak pada umumnya memiliki umur layan yang pendek. Hal ini disebabkan tanah lunak yang memiliki daya dukung yang sangat rendah sehingga konstruksi pelat yang dipergunakan mudah rusak. Oleh karena itu, dilakukan penelitian menggunakan pelat beton bersirip dalam sejajar sirip luar. Penelitian ini untuk mencari tahu apakah dengan adanya sirip pada pelat beton, dapat memberikan tambahan kekakuan untuk pelat beton serta bagaimana pengaruhnya terhadap daya dukung tanah di bawahnya.

1.4. Pembatasan Masalah

- 1) Tanah yang digunakan pada penelitian adalah tanah lunak dalam kondisi tidak terganggu (*undisturb*).
- 2) Spesifikasi pelat beton bertulang bersirip yang direncanakan sebagai berikut:
 - a. Mutu beton rencana (f_c') adalah 20 MPa.
 - b. Dimensi pelat beton bertulang bersirip adalah panjang 120 cm, lebar 120 cm, dan tebal 5 cm dan tinggi sirip luar 60 cm, dengan sirip dalam dua diagonal dengan tinggi 15 cm dengan jumlah 2 buah pelat.
 - c. Dimensi pelat beton tanpa sirip yaitu ukuran panjang 120 cm, lebar 120 cm dan tebal 5 cm dengan jumlah 1 buah pelat.
- 3) Pelat beton bertulang diuji di lapangan dengan pembebanan langsung menggunakan balok beton dengan dimensi 15 cm ×

15 cm × 60 cm dan pembebanan dilakukan secara monotonik statik.

- 4) Variabel yang diperoleh melalui pembebanan langsung adalah penurunan segera yang terjadi dalam selang waktu 1 menit.

1.5. Hipotesa Penelitian

Dalam penelitian ini dirumuskan suatu hipotesa yang akan dibuktikan di lapangan bahwa penambahan sirip di sekeliling pelat memberikan daya dukung yang lebih besar dari pada pelat tanpa sirip.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

2.1.1. Tinjauan Umum Tanah Lempung Lunak

Pada umumnya tanah juga disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Kerikil dan pasir dikenal sebagai tanah berbutir kasar sedangkan lanau dan lempung sebagai tanah berbutir halus atau bahan-bahan yang kohesif.

2.1.2. Karakteristik Tanah

Pada penelitian ini digunakan sistem klasifikasi tanah, yaitu sistem (*Unified Soil Classification System*, USCS) yang banyak digunakan dalam pekerjaan pondasi untuk bendungan, bangunan dan konstruksi sejenis lainnya.

2.1.3. Karakteristik Tanah Lunak

1. Ukuran butir <0,002 mm
2. Daya permeabilitas rendah
3. Sangat dipengaruhi oleh air
4. Punya daya kohesi
5. Konsolidasi besar
6. Kenaikan air kapiler tinggi.

2.2. Teknologi Jalan yang Telah Diterapkan

1. Model konstruksi jalan yang menggunakan geotekstil.
2. Model konstruksi jalan yang menggunakan perkuatan tiang-tiang cerucuk.
3. Model konstruksi jalan yang mengembangkan model jamur.

2.3 Daya Dukung Pelat Hasil Pembebanan Langsung

Dalam penelitian ini untuk menentukan daya dukung pelat, dapat digunakan Metode Van der Veen.

2.4 Interpretasi Daya Dukung

2.4.1. Metode Tangen

Namun karena kurva dalam penelitian pelat bersirip ini tidak mencapai keruntuhan, maka metode ini tidak dapat dipergunakan.

2.4.2. Metode Van Der Veen

$$S = -\frac{1}{c} \ln (1 - P/P_u)$$

Atau

$$S = mU$$

di mana: $m = 1/c$ dan $U = -\ln (1 - P/P_u)$.

Keterangan :

- P = beban pada ujung tiang
P_u = beban ultimit pada ujung tiang
e = basis logaritma alami
c = konstanta sembarang
S = defleksi pada ujung tiang

2.5. Manfaat Penelitian

1. Struktur perkerasan menjadi lebih kaku.
2. Tidak memerlukan perbaikan struktur tanah fondasi secara signifikan
3. Kualitas material beton dapat dikendalikan

4. Volume (tebal) pelat dapat dikurangi sehingga tidak menjadi besar.
5. Umur rencana perkerasan beton yang lama yaitu 20 tahun.
6. Dapat mengurangi biaya perawatan dan dapat mengurangi pengaruh fluktuasi muka air tanah di bawah permukaan pelat.
5. Perkerasan jalan beton dapat memberikan indeks pelayanan tetap baik
6. Dapat dikembangkan di daerah lain yang tanah permukaannya mempunyai karakteristik yang sama dengan tanah permukaan di Pontianak karena model struktur perkerasan kaku bersirip berskala nasional.

2.6 Jenis – jenis Penurunan

1. Penurunan segera
2. Penurunan konsolidasi

2.7 Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

1. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan atau *Jointed Unreinforced (Plain) Concrete Pavement* (JPCP).
2. Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan atau *Jointed Reinforced Concrete Pavement* (JRCP).
3. Perkerasan Beton Semen Bertulang Menerus atau *Continous Reinforced Concrete Pavement* (CRCP).
4. Perkerasan Beton Semen Dengan Sistem Pratekan atau *Prestressed Concrete Pavement* (PCP).
5. Perkerasan Beton Semen dengan menggunakan Campuran Beton Tanpa Slump (*Zero Slump Concrete Mixture*) atau *Roller Compacted Concrete Pavement* (RCCP).

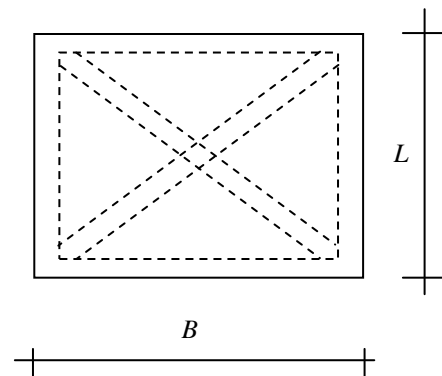
6. Perkerasan Komposit.

III. METODOLOGI PENELITIAN

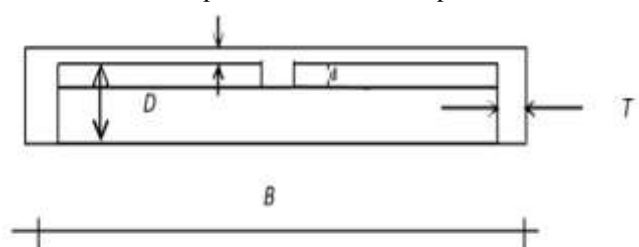
3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian yang penulis lakukan ini termasuk ke dalam kelompok penelitian eksperimental karena penulis melakukan observasi di bawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti.

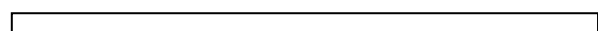
Jumlah sampel yang mempunyai sirip dalam sejajar sirip luar sebanyak 2 buah dengan masing-masing berukuran panjang (L) adalah 1,2 m, lebar (B) adalah 1,2 m, tinggi sirip luar (D) adalah 60 cm, tinggi sirip dalam (d) adalah 15 cm, tebal pelat dan tebal sirip (T) adalah 5 cm seperti pada gambar 3.2. Daya dukungnya diambil dari rata-rata dari kedua sampel dan sampel pelat tanpa sirip satu buah.



Gambar 1 Tampak Atas Pelat Bersirip



Gambar 2 Potongan Penampang Pelat



Gambar 3 Pelat Tanpa Sirip

3.2 Uji Pembebanan Pelat

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental/percobaan di lapangan. Percobaan ini dibuat dalam skala lapangan. Prinsip pelaksanaan percobaan ini adalah, beban diterapkan secara statik pada pelat beton yang terletak di atas tanah kemudian digambarkan kurva beban dan penurunannya.

IV. HASIL DAN ANALISIS PERHITUNGAN

4.1. Karakteristik Tanah

Dalam penelitian ini media perletakan merupakan tanah lunak

4.2. Deskripsi Bahan Yang Digunakan

Bahan yang dipergunakan antara lain multipleks, semen, pasir, batu, air

4.3. Uji *Hammer Test*

Tujuan uji *Hammer Test* adalah untuk mengetahui kuat tekan beton pada sampel pelat beton. Mutu beton yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 20 Mpa. Dari uji *Hammer Test* diperoleh data sebagai berikut:

Hasil dari *Hammer Test*

Pelat 1 = 228,5 Kg/cm²

Pelat 2 = 245 Kg/cm²

Pelat 3 = 224,4 Kg/cm²

Berdasarkan data di atas didapatkan hasil mutu pelat diatas rencana mutu beton dimana hasil tersebut lebih tinggi dari mutu pelat yang direncanakan yaitu 204 Kg/cm² sehingga pelat tersebut dapat dipergunakan dalam penelitian.

4.4 Kurva Beban versus Penurunan

Digunakan model MMF (Morgan Mecor Flodin) untuk gambar grafik beban versus penurunan.

4.5 Kurva Beban versus Penurunan dengan Metode Van der Veen

$$S = -\frac{1}{c} \ln \left(1 - \frac{P}{P_u} \right) \quad \text{atau} \quad S$$

$$= m \cdot U$$

Dimana :

P = beban (kg)

P_u = beban ultimit (kg)

\ln = logaritma alami

c = konstanta sembarang

$$U = -\ln(1 - P/P_u)$$

S = penurunan (mm)

$$m = 1/c$$

Dengan menggunakan program Veen diperoleh nilai P_u dan c sebagai berikut :

P_u Tanpa sirip yaitu = 628,27811 kg

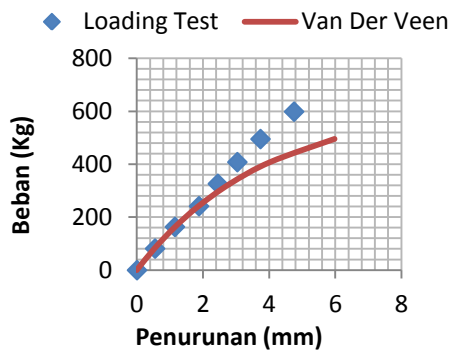
c Pelat tanpa sirip = 0,2597

P_u Pelat bersirip pertama = 912,1640kg

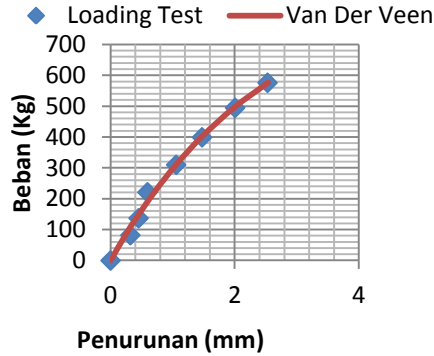
c Pelat bersirip pertama = 0,39315

P_u Pelat bersirip kedua = 859,9818kg

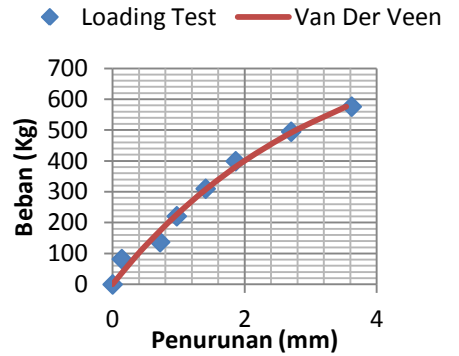
c Pelat bersirip kedua = 0,3132



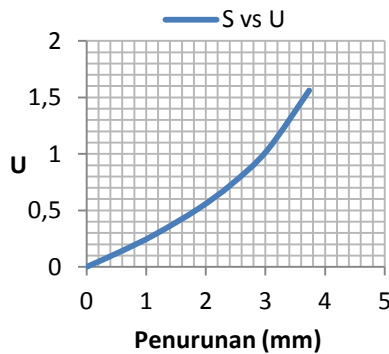
Gambar 4 Kurva Penurunan pelat tanpa sirip



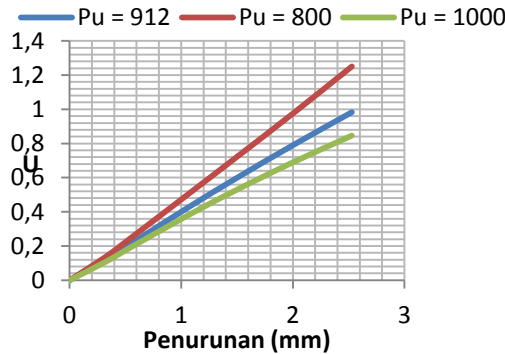
Gambar 5 Kurva Penurunan pelat bersirip pertama



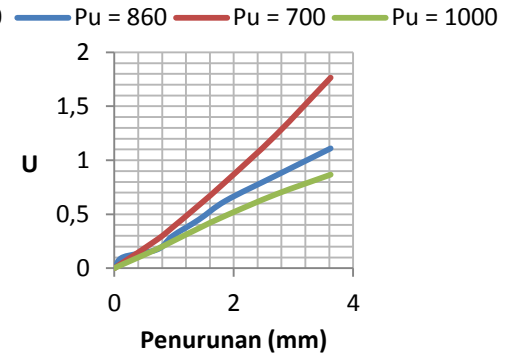
Gambar 6 Kurva Penurunan pelat bersirip kedua



Gambar 7 Kurva S vs U pelat tanpa sirip



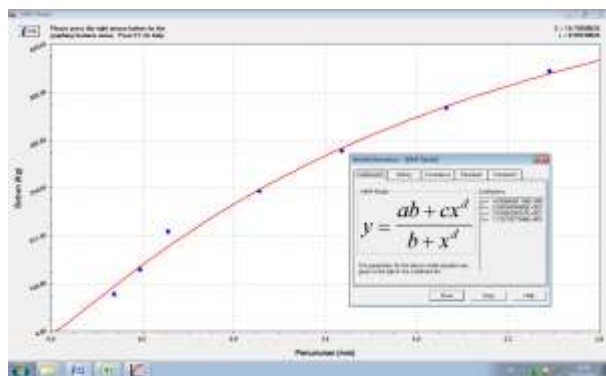
Gambar 8 Kurva S vs U pelat bersirip pertama



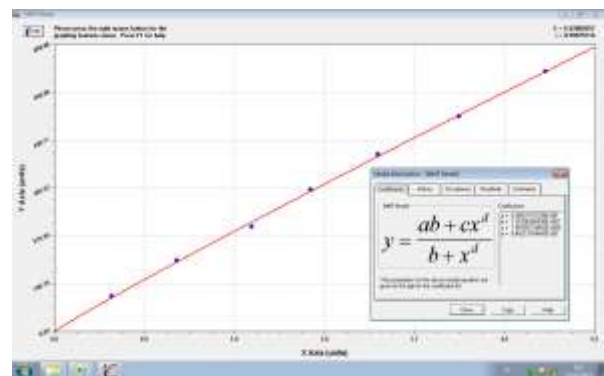
Gambar 9 Kurva S vs U pelat bersirip kedua

Dari kurva S vs U pelat bersirip di atas dapat dilihat bahwa beban ultimit (garis warna biru) yang diperoleh lebih lurus dibandingkan beban ultimit yang telah diubah yaitu beban ultimit diperkecil (garis warna merah) dan beban ultimit diperbesar (garis warna hijau). Dengan demikian beban ultimit yang diperoleh telah sesuai (tepat).

4.6 Kurva Beban versus Penurunan dengan Curve Expert (MMF)



Gambar 10 Grafik Penurunan pelat bersirip pertama



Gambar 11 Grafik Penurunan pelat bersirip kedua

Dengan :

$$\begin{aligned} a &= -15,9681163059 \\ b &= 10,9951690625 \\ c &= 5062,86831155 \\ d &= 0,533515023769 \end{aligned}$$

Keterangan :

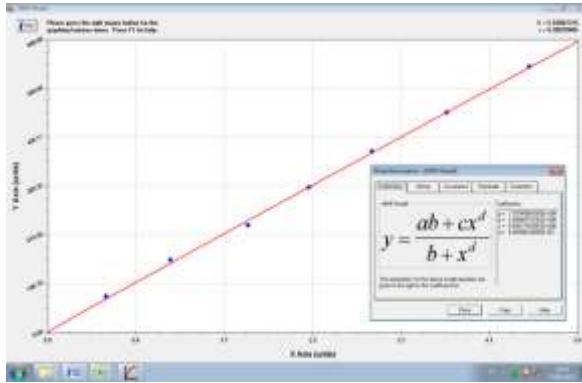
x = penurunan (mm)
Y = Beban (Kg)

Dengan :

$$\begin{aligned} a &= -2,12682711379 \\ b &= 2,11803913547 \\ c &= 1042,85380783 \\ d &= 1,30650236138 \end{aligned}$$

Keterangan :

x = penurunan (mm)
Y = Beban (Kg)



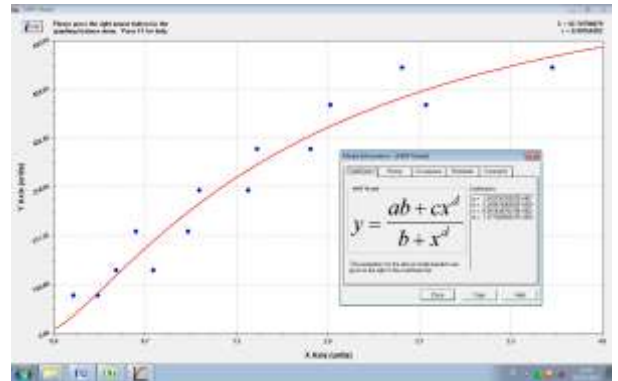
Gambar 12 Grafik Penurunan pelat tanpa sirip

Dengan :

$$\begin{aligned} a &= 1,70745560383 \\ b &= 3594487,10142 \\ c &= 485917928,051 \\ d &= 0,984586628658 \end{aligned}$$

Keterangan :

x = penurunan (mm)
Y = Beban (Kg)



Gambar 13 Grafik Penurunan pelat bersirip gabungan

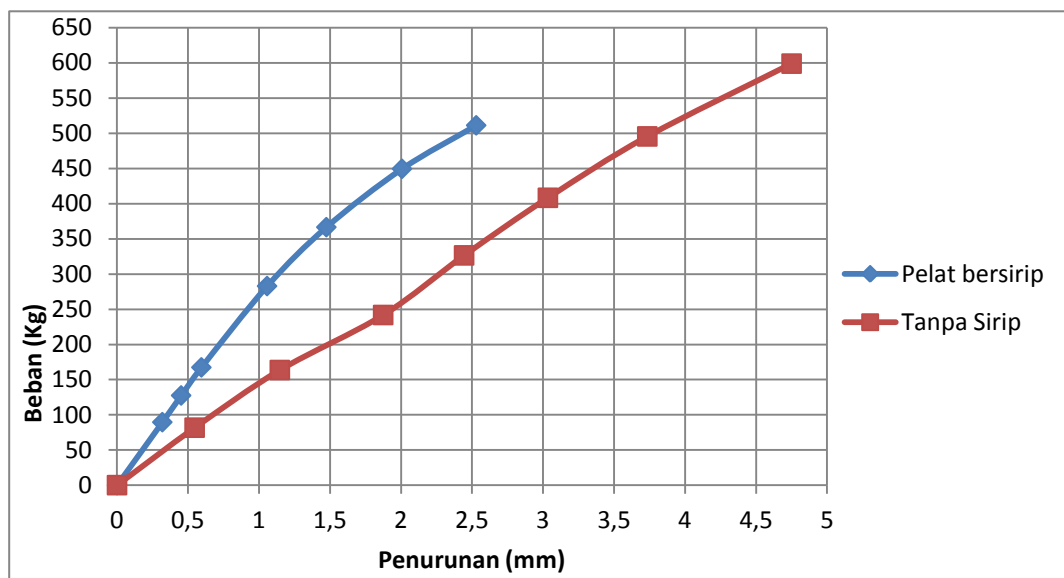
Dengan :

$$\begin{aligned} a &= 2,00088209289 \\ b &= -545813,717030 \\ c &= -194874025,996 \\ d &= 0,662927442692 \end{aligned}$$

Keterangan :

x = penurunan (mm)
Y = Beban (Kg)

4.7 Grafik Beban Versus Penurunan Pelat Tanpa Sirip dan Pelat Bersirip



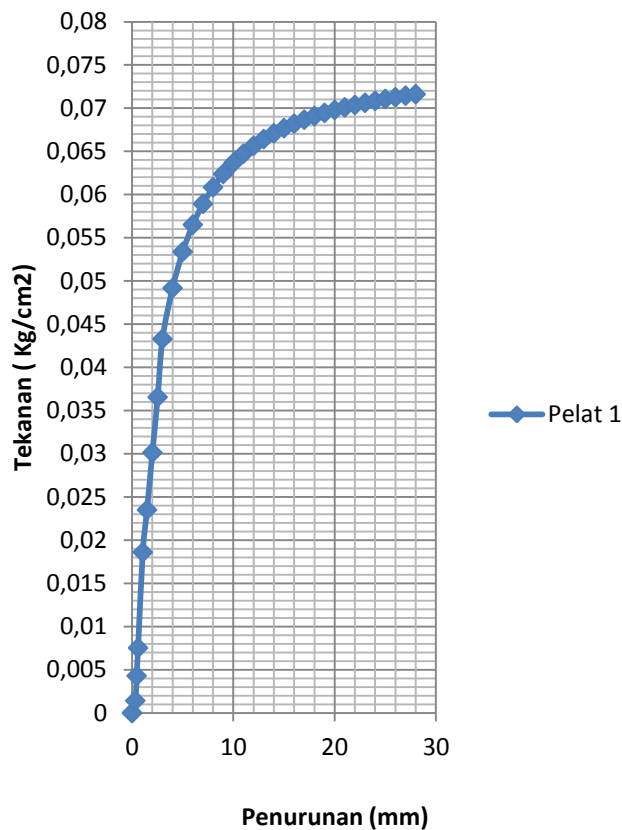
Gambar 14 Kurva Penurunan Gabungan

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kurva pelat bersirip berada diatas kurva pelat tanpa sirip. Ini menunjukkan penurunan pelat bersirip lebih rendah dibanding pelat tanpa sirip. Ini membuktikan bahwa pelat bersirip lebih cocok dipakai pada konstruksi perkerasan jalan.

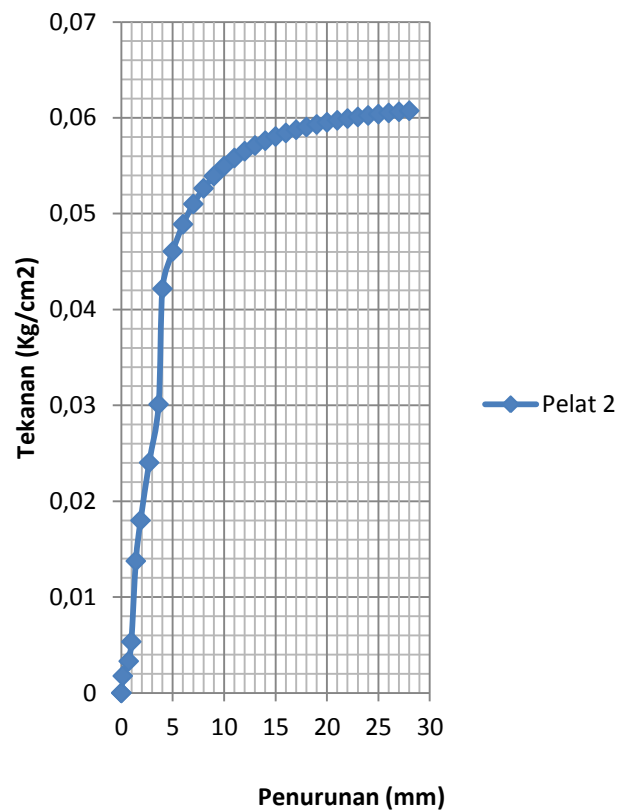
4.8 Menentukan Nilai *Modulus Subgrade* (k_s) untuk Tanah Lunak

$$k_s = \frac{P}{A \cdot S}$$

Dimana :
 P = beban pada penurunan sebesar 2,5 cm (kg)
 A = luas permukaan pelat
 S = penurunan sebesar 2,5 cm
 k_s = *modulus subgrade* (kg/cm³)



Gambar 15 *Modulus Subgrade* pelat bersirip pertama



Gambar 16 *Modulus Subgrade* pelat bersirip kedua

Dari Grafik di atas diperoleh tekanan pada penurunan 2,5 cm sebesar 0,071 kg/cm²,

$$\text{Modulus Subgrade } (k_s) = \frac{0,071}{2,5} = 0,0284 \text{ Kg/cm}^3$$

Dari Grafik di atas diperoleh tekanan pada penurunan 2,5 cm sebesar 0,06 kg/cm²,

$$\text{Modulus Subgrade } (k_s) = \frac{0,06}{2,5} = 0,024 \text{ Kg/cm}^3$$

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan serangkaian penelitian dan analisis dengan model pelat bersirip dalam diagonal sirip luar, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil interpretasi dengan Metode Van der Veen, diperoleh beban ultimit untuk pelat dengan sirip diagonal sirip sebesar 886,073 kg, Dengan Metode Van der Veen, beban ultimit untuk pelat tanpa sirip sebesar 628,27811 kg, dengan peningkatan untuk pelat tanpa sirip dan dengan sirip diagonal adalah 41 %.
2. Pelat beton yang mengalami pembebanan hingga 600 kg belum mengalami retak atau runtuh sehingga digunakan metode Van der Veen untuk memperoleh nilai daya dukungnya.
3. Hasil pengujian kuat tekan beton 20 MPa Melebihi dari kuat tekan rencana yaitu 20 Mpa. Peningkatan mutu beton pada pelat memberikan daya dukung yang meningkat pula, walaupun daya dukung tanah lunak rendah. Dalam hal ini, untuk perencanaan perkerasan beton dapat digunakan mutu beton yang tinggi supaya menghindari kerusakan yang berarti.
4. Nilai modulus subgrade (k_s) untuk tanah lunak yang diperoleh yaitu $0,0284 \text{ kg / cm}^3$ dan $0,024 \text{ kg / cm}^3$.

5.2. Saran

Dalam penyusunan dan penelitian Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan saran sebagai berikut :

1. Dapat diadakan penelitian lebih lanjut dengan memperhitungkan penurunan konsolidasi dengan jangka waktu yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, Vivi. 2005. *Buku Ajar Rekayasa Pondasi*. Pontianak. Universitas Tanjungpura
- Bowles, Joseph E.1991.” Analisi Dan Desain Pondasi”. Jilid 1 , Penerbit Erlangga.
- Effendi,Edi.2009.*Tinjauan Perilaku Beban Versus Penurunan Pada Pelat Beton Di Atas Tanah Dalam Fungsi Luas Permukaan Pelat Berdasarkan Hasil Uji Pembebanan Dan Program Komputer*.Universitas Tanjungpura
- Hadi, Abdul dan Yusuf,M. 2007. ” Interpretasi Beban Ultimit Cara Van Der Veen dengan Pengembangan Program Komputer”. *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol 7(2).halaman 183-198.
- Koentjoro, Didien. 1995. “Pondasi Hypar: sebagai alternatif pondasi dangkal pada tanah lunak”. *Majalah Konstruksi*, No:208, Agustus 1995.
- Philip.2011.*Tinjauan variasi Jumlah Sirip Dengan Pelat Beton Bertulang Bersirip Di Atas Tanah Gambut Dalam Hasil Uji Pembebanan Dan Program Komputer*.Universitas Tanjungpura.
- Ringo, Boyd.C; Anderson; Robert B. Tanpa tahun. *Designing Floor Slabs On Grade*. Edisi Kedua: The Aberdeen Group.
- Teddy, Handra. 2009. *Tinjauan Perilaku Beban Versus Penurunan Pada Perkerasan Beton Di Atas Tanah Gambut Dalam Fungsi Mutu Beton Berdasarkan Hasil Uji Dan Pembebanan Dan Program Komputer*. Universitas Tanjungpura.
- UFC-3-220-03 FA.” *Soils and Geology Procedures For Foundation Design of Building and Other Structures (Except Hydraulic Structures)*”.
- Wahyudi, Teddy. 2010. *Tinjauan Perilaku Beban Versus Penurunan Pada Pelat Beton Di*

*Atas Tanah Dalam Fungsi Tebal Pelat
Beton Berdasarkan Hasil Uji
Pembebanan Dan Program Komputer.*
Universitas Tanjungpura.

- Yusuf, M. & Bachtiar, Vivi. 2005. "Verifikasi Eksperimental Perhitungan Modulus Subgrade di atas Tanah Pasir dengan Teori Pertambahan Tegangan Boussinesq". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 5(2) – Des 2005, h. 181-194.
- Yusuf, M. & Bachtiar, Vivi. 2006. "Uji Pembebanan Pelat Skala Kecil di Lapangan pada Tanah Lunak". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 6(1) – Juni 2006. h.83-96.
- Yusuf, M. 2003. "Teori Pertambahan Tegangan Metode Boussinesq Diterapkan pada Perhitungan Modulus Subgrade". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 3(2) – Des 2003, h.21-31.
- Yusuf, M. 2008. "Kajian Numerik dan Eksperimental Perilaku Pelat Beton di Atas Tanah". *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Vol. 8(2) – Desember 2008. h.123-140.